



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FUNDAMENTAIS E SOCIAIS
CURSO DE AGRONOMIA**



**TEORES DE N, P e K NAS FOLHAS DE GRAVIOLEIRA ‘MORADA’ (*Annona muricata* L.) E PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA**

MARIANA NEVES NÓBREGA TÔRRES

AREIA - PB

2014

MARIANA NEVES NÓBREGA TÔRRES

TEORES DE N, P e K NAS FOLHAS DE GRAVIOLEIRA ‘MORADA’ (*Annona muricata* L.) E PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA

Trabalho de graduação apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Areia - PB, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira

AREIA - PB

2014

TEORES DE N, P e K NAS FOLHAS DE GRAVIOLEIRA ‘MORADA’ (*Annona muricata* L.) E PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA

MARIANA NEVES NÓBREGA TÔRRES

Monografia defendida em 9 de dezembro de 2014

Banca Examinadora

Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira
Orientador - CCA/UFPB

Prof. M.Sc. Petrus Luiz de Luna Pequeno
Examinador - UFRO

Eng. Agr. M.Sc. Dácio Jerônimo de Almeida
Examinador – CCA/UFPB

Eng.º Agr. Altamiro Oliveira de Malta
Examinador - CCA/UFPB

Aos meus pais Ana Lúcia Neves Nóbrega Fôrres e Magnovaldo José Alcântara Fôrres

Ofereço

Aos meus anjos protetores, meus avós Pedro Lopes Fôrres (in Memoriam), Maria Marluce Alcântara Fôrres (in Memoriam), Antônio de Andrade Nóbrega (in Memoriam) e Antuérpia Neves Nóbrega

DEDICO

Agradecimentos

A **Deus**, primeiramente, pelo dom da vida, a chance de mais uma vez vir a este mundo em busca de reparar os meus erros passados, por todas as pessoas que colocas em meu caminho, pela proteção, saúde e força de continuar lutando.

Aos meus pais, **Ana Lúcia Neves Nóbrega Tôrres** e **Magnovaldo Alcântara Tôrres**, pela educação que me concederam, todo apoio e dedicação em todos os momentos, principalmente pela paciência e exemplo de seres humanos dignos.

A minha irmã **Lhays Neves Nóbrega Tôrres**, pelas palavras motivadoras, e principalmente pelas implicâncias, que me fizeram enxergar e “querer mais” desta vida.

Aos meus tios e primos que acreditaram no meu potencial, sempre proferindo palavras de motivação e animo em todos os momentos da minha vida.

Aos meus padrinhos **Antônio Valdemir da Silva** e **Fátima Aparecida Nóbrega Silva**, que sempre foram exemplo de força e perseverança, e me ajudaram a ver que os obstáculos servem apenas para nos fortalecer.

Ao meu orientador, **Prof. Walter Esfrain Pereira**, pela confiança quando me aceitou como orientada, pelas ações motivadoras, por apoiar as minhas ideias e me fazer acreditar que sou capaz, o meu muitíssimo obrigada.

Aos meus amigos de infância Rayanne, Anny, Anyinha, Thaís, Mayza, Gidelson, Francy, Ilze e Juninho pela presença ao longo de todos esses anos, companheirismo e cumplicidade.

Ao meu amigo Jefferson Felipe pela inscrição no vestibular, companheirismo, força, motivação e todo amor dedicado.

Aos meus amigos conquistados em Areia: Binho, Cazuza Moura e As Divas – Carol, Ginha, Gaiza e Naíra- Deus não junta pessoas com personalidades tão diferentes por acaso, serei eternamente grata por todo companheirismo, apoio emocional diante de todas as dificuldades que enfrentei nestes 5 anos, pelas palavras amigas e críticas sutis. A minha companheira de lar, Naíra Lopes, pela paciência, apoio em todos os momentos difíceis e fáceis que passamos juntas. Aos Areenses diferenciados Dedé, Poly, Sandra, Tati por terem surgido em momentos ímpares e se tornado luz para mim.

Aos pregos mais amados e inteligentes, pelas inúmeras noites em claro, tantos momentos de D. Nana, e principalmente por jamais terem me deixado desistir de qualquer oportunidade que surgiu ou que criamos, Jojo, Pereira, Mimi e Carol, muito obrigada pela

amizade. Aos meus amigos de turma Paulinho, Dandan, Fifo, Fifiu, Zé Marcos, Caixa, Heider, Arliston, Gilmar e demais.

A todos os meus **Professores**, pelo empenho nas aulas, a partilha de seus conhecimentos, seus exemplos de vida que me fizeram acreditar em um futuro melhor e toda amizade ao longo desses anos de convivência.

Ao senhor Antônio e seu filho Giovane, pela disponibilização da área para desenvolvimento deste experimento.

À equipe dos laboratórios os quais percorri até chegar aqui: Vaval, D. Marielza, Jandira, Valdênia, Naldo e Seu Patrocínio obrigada por toda paciência e ensinamentos que levarei por toda vida. A todos os funcionários do CCA, pelo respeito e atenção.

Sumário

RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
3.1 Características da cultura	3
3.2 Uso da adubação orgânica e mineral	4
4. MATERIAIS E MÉTODOS	7
5. RESULTADOS E DISCURSSÕES	12
5.1 Teores foliares de macronutrientes	12
5.1.1 Nitrogênio	12
5.1.2 Potássio.....	13
5.1.2 Fósforo.....	14
5.2 Fertilidade do solo	15
5.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)	15
5.2.2 Fósforo.....	16
5.2.3 Potássio.....	17
5.2.4 Sódio.....	18
5.2.5 Cálcio e magnésio.....	19
5.2.6 Alumínio trocável (Al^{3+}) e acidez potencial (H^+/Al)	21
5.2.7 Matéria orgânica.....	23
5.3. Análise de componentes principais.....	25
6. CONCLUSÃO	28
7. REFERÊNCIAS	29

Lista de Tabelas

Tabela 1. Propriedades químicas do solo da área experimental. Areia-pb, 2014.....	8
Tabela 2. Propriedades físicas do solo da área experimental na camada de 0-20 e 21-40 cm. Areia-pb, 2014	8
Tabela 3. Propriedades químicas do calcário dolomítico	9
Tabela 4. Propriedades químicas do gesso agrícola	9
Tabela 5. Teores de N, P, K e s nas diferentes fontes de adubo orgânico utilizado.	9
Tabela 6. Distribuição dos tratamentos e teores de N, P e K presente em cada tratamento	10
Tabela 7. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de solo adubado com diferentes tipos de esterco, pó de rocha e adubação mineral. Areia-PB, 2014.....	25

Lista de Figuras

- Figura 1.** Teor foliar de N em *annona muricata* L. Submetidos a adubação com esterco (EB- esterco bovino, EA- esterco de aves, EC- esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- pó de rocha) e sem adubação (T).....12
- Figura 2.** Teor foliar de K em *annona muricata* L submetidos a adubação com esterco (EB- esterco bovino, EA- esterco de aves, EC- esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, Pr- pó de rocha) e sem adubação (T)..... 13
- Figura 3.** Teor foliar de P em *annona muricata* L. Submetidos a adubação com esterco (eb- esterco bovino, EA- esterco de aves, EC- esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, Pr- pó de rocha) e sem adubação (T)..... 14
- Figura 4.** pH do solo cultivado com *annona muricata* L. Submetidos a adubação com esterco (eb- esterco bovino, EA- esterco de aves, EC- esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, pr- pó de rocha) e sem adubação (T)..... 15
- Figura 5.** Teor de fósforo do solo cultivado com *annona muricata* L. Submetidos a adubação com esterco (EB- esterco bovino, EA- esterco de aves, EC- esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- pó de rocha) e sem adubação (T)..... 16
- Figura 6.** Teor de potássio do solo cultivado com *annona muricata* L. Submetidos a adubação com esterco (EB- esterco bovino, EA- esterco de aves, EC- esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- pó de rocha) e sem adubação (T)..... 17
- Figura 7.** Teor de sódio do solo cultivado com *annona muricata* L. Submetidos a adubação com esterco (EB- esterco bovino, EA- esterco de aves, EC- esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- pó de rocha) e sem adubação (T)..... 18
- Figura 8.** Teores de cálcio e magnésio do solo cultivado com *annona muricata* L. Adubados com esterco (EB- esterco bovino, EA- esterco de aves, EC- esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- pó de rocha) e sem adubação (T)..... 20
- Figura 9.** Teores de alumínio e hidrogênio mais alumínio do solo cultivado com *annona muricata* L. E adubados com esterco (EB- esterco bovino, EA- esterco de aves, EC- esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- pó de rocha) e sem adubação (T)..... 22
- Figura 10.** Teores de carbono e matéria orgânica do solo cultivados com *annona muricata* L. Adubados com esterco (EB- esterco bovino, EA- esterco de aves, EC- esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- pó de rocha) e sem adubação (T).....24

Figura 11. Dispersão dos tratamentos (T - testemunha; AM - adubação mineral; AM+EC – adubação mineral mais esterco caprino; EA – esterco de aves; PR+EA – pó de rocha mais esterco de aves; EB – esterco bovino) com base nos escores de dois componentes principais: CP1 e CP2; G – grupos. Areia-pb, 2014.....26

TORRES, M. N. N. **Teores de N, P e K nas folhas de gravioleira ‘morada’ (*Annona muricata* L.) e propriedades químicas do solo em função da adubação química e orgânica.** Areia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2014, 39 p. (Trabalho de conclusão de curso). Orientador: Prof. Walter Esfrain Pereira.

RESUMO

A expansão do cultivo de gravioleira (*Annona muricata* L.) enfrenta algumas limitações de ordem agrônômica em virtude da escassez de informações técnicas sobre recomendações de adubação e tratamentos culturais. Assim, este experimento teve por objetivo avaliar os teores de macronutrientes foliares de plantas de gravioleira ‘Morada’ em função de adubação orgânica, com diferentes tipos de esterco, e adubação mineral, bem como as principais modificações nas propriedades químicas do solo. Foram selecionadas 56 plantas com 42 meses de idade. Realizou-se análise de solo inicial e correção da acidez antes da aplicação dos tratamentos que foram compostos de testemunha (T1), adubação mineral com NPK (T2), esterco bovino (T3), esterco de aves (T4), metade da adubação química + metade da adubação orgânica com esterco de caprino (T5), metade da recomendação do esterco de aves e pó de rocha (T6), esterco de caprino (T7). O delineamento experimental foi DBC, com sete tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por duas plantas. Avaliou-se o estado nutricional das plantas a partir da análise foliar de macronutrientes e amostras de solo na profundidade de 0-20 cm de cada tratamento. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, além da análise de componentes principais. O tratamento com esterco bovino apresentou os maiores teores foliares de fósforo e potássio, enquanto no solo destacaram-se o potássio, sódio, carbono e matéria orgânica, além de todos os tratamentos resultarem em menores teores de alumínio e hidrogênio mais alumínio. A adubação com esterco de aves e esterco de aves mais pó de rocha se sobressaiu em comparação à adubação mineral com maiores teores de fósforo, cálcio, magnésio e pH do solo.

Palavras chaves: macronutrientes, esterco, annonacea.

TORRES, M. N. N. **Macronutrients' soursop plants 'morada' content and soil's chemical properties due organic and chemical fertilization.** Areia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2014, 39 p. (Course conclusion work). Adviser: Walter Esfrain Pereira.

ABSTRACT

The soursop cultivation's expansion, faces some limitations at the agronomic order due to the lack of technical information about adubation and cultivation recommendations'. This this experiment aims evaluating the leaf macronutrient content of soursop plants 'Morada' due to organic fertilization, with different types of manure and mineral fertilizer, as well as major changes in soil chemical properties. 56 plants with 42 months-old were selected. It was held an analysis of the initial soil and its acidity correction, before the application of the treatments that were composed by attestant (T1), mineral fertilization with NPK (T2), cattle manure (T3), poultry manure (T4), half of chemical fertilization + half of organic fertilization with goat manure (T5), hal of poultry manure and rock dust (T6), goat manure (T7). The experimental design was DBC, with seven treatments and four replications and each experimental unit was consisted of two plants. It was evaluated the nutritional status of plants from macronutrients' leaf analysis and soil samples at a depth of 0-20 cm of each treatment. Data were subjected to variance analysis, and the means were compared by Tukey test at 5% probability, besides the principal components analysis. The cattle manure showed the higher leaf content of P and K, potassium, sodium, carbon and soil organic matter, also resulted the smaller aluminum levels and aluminum plus hydrogen. The fertilization with poultry manure and poultry manure plus rock dust excelled when compared to mineral fertilizer with higher levels of phosphorus, calcium, magnesium and soil pH.

Key words: *Annona muricata*, macronutrients, cattle manure.

1. INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma frutífera da família Annonaceae, originária da América Tropical, encontrada em diversos países da América, Ásia e África (VILASBOAS, 2012). Seus frutos são tradicionalmente apreciados em regiões tropicais principalmente pelo seu sabor exótico e aroma peculiar. Essas características têm despertando o interesse de outros mercados, tanto de consumo fresco como o industrial, aumentando a importância econômica desta cultura (BICAS et al., 2011). No Brasil, apesar de não configurar entre as espécies de fruteiras mais consumidas ou produzidas, a gravioleira tem relevante importância em nível local e regional, principalmente no Norte e Nordeste. Nestas regiões os frutos de gravioleira são bastante consumidos na sua forma *in natura* e de forma processada (ANDRADE, 2013).

Entretanto a expansão do cultivo de gravioleira enfrenta algumas limitações de ordem agrônoma em virtude da escassez de informações técnicas sobre os tratamentos culturais. De modo geral, as informações técnico-científicas que são adotadas pela maioria dos produtores de graviola é relativamente baixa em decorrência de entraves na difusão de tecnologias adequadas, como irrigação, poda, adubação, polinização artificial, proteção dos frutos e manejo de pragas, comprometendo a produtividade e qualidade dos frutos (SILVA et al., 2012).

Solos ricos em matéria orgânica favorecem a produção de graviola. De acordo com São José (2003), é fundamental a aplicação periódica de fontes de adubo orgânico nas gravioleiras, cujas raízes são muito superficiais, aproveitando de modo eficiente os nutrientes contidos na matéria orgânica colocada à sua disposição, além de facilitar a absorção de outros nutrientes.

O uso da adubação mineral se torna indispensável quando se pensa em agricultura rentável, onde os nutrientes tendem a suprir as necessidades da cultura contribuindo para o aumento da produção e mantendo equilíbrio com o ambiente, sem exaurir o solo.

Além de sua relação com o bom desenvolvimento das plantas e a produtividade, a nutrição mineral é de grande importância na obtenção de frutos com qualidade, independente do destino final deste produto, pois esta de forma deficiente ou excessiva ou, ainda, desequilibrada pode afetar a qualidade, como, por exemplo, o teor de açúcares, a firmeza da massa, as cores externa e interna, rachaduras nos frutos, entre outras (SÃO JOSÉ et al., 2014).

Apesar do crescente interesse pelo consumo dos frutos de gravioleira e de seu grande potencial socioeconômico em nosso país, ainda são poucas as pesquisas desenvolvidas para subsidiar informações sobre técnicas de produção, conservação e comercialização da graviola. Sob a perspectiva de crescimento do mercado de graviola, estudos dessa natureza tornam-se relevantes, pois subsidiam produtores na busca por aumento de produtividade e qualidade do produto ofertado, possibilitando maior inserção em potenciais centros consumidores em nível nacional e internacional, considerando que ainda é uma fruta em ascensão.

2. OBJETIVOS

Este experimento teve por objetivo avaliar os teores de N, P e K foliares de plantas de gravioleira ‘Morada’ em função de adubação orgânica, com diferentes tipos de esterco, e adubação mineral, bem como as principais modificações nas propriedades químicas do solo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Características da cultura

Tendo como origem a América Central e os vales peruanos, a gravioleira é uma frutadeira tropical de grande importância em países da América do Sul e Central e também no Caribe, sendo introduzida no Brasil pelos portugueses em meados do século XVI (BANDEIRA, et al., 2003). Botanicamente a gravioleira é classificada no reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Magnoliales, família Annonaceae, subfamília Annonideae, gênero *Annona* e espécie *Annona muricata* L. (JOLY, 2002). Também é destaque desse gênero, no consumo de frutos comestíveis a pinha (*Annona squamosa*), a cherimóia (*Annona cherimola*) e a atemoia (*Annona squamosa* x *Annona cherimola*) (LIMA, et al., 2006).

A gravioleira é uma árvore de porte pequeno, com sistema radicular vigoroso e abundante, sua altura pode variar entre 5 a 6 metros, com caule único e ramificação assimétrica, folhas largas de pecíolo curto, limbo elíptico ou oblongo-lanceolado, de cor verde escura aparência tenra e brilhante (CORREA, 1984. MAAS, et al., 2001). As flores são hermafroditas, constituídas de três sépalas e seis pétalas (ESCOBAR; SÁNCHEZ, 1992), se originam em ramos nas axilas das folhas e iniciam-se no terceiro ou quarto ano após o plantio. Mesmo apresentando floração durante todo o ano, o número de frutos fixados por planta é bastante reduzido, devido à baixa percentagem de flores que se transformam em frutos, e de originar frutos com deformação. A essa situação também é atribuído a baixa taxa de polinização devido a dicogamia protogínica das flores (estigma receptivo enquanto o grão de pólen não se encontra liberado na flor) (VILAS BOAS, 2012).

O peso dos frutos pode variar de 1,5 a 10 kg, sendo recoberto por espinhos suaves e com coloração entre verde escuro a verde claro, quando maduros (PINTO, 2005), a polpa apresenta cor branca, aroma atrativo e ligeiramente ácido, com muitas sementes marrons (BANDEIRA et al., 2003). Quando bem manejada, a planta é capaz de produzir frutos o ano inteiro. A agroindústria apresenta um dos principais consumidores deste fruto para preparo de sucos, polpas, sorvetes, cremes e outros produtos (ANDRADE, 2013).

Com sistema radicular pivotante e bastante abundante, a gravioleira é uma planta facilmente adaptável aos mais variados tipos de solo, é pouco exigente quanto a fertilidade, embora solos profundos com boa aeração, bem drenados e com pH variando entre 6 a 6,5, sejam os que mais favorecem a frutadeira (ARANGO, 1975). Altitude até 1200 m e

precipitações superiores a 1000 mm são suportáveis pela cultura, desde que não ocorram chuvas na frutificação (CALZAVARA, MULLER, 1987).

A cultivar ‘Morada’ foi desenvolvida pela Embrapa CPAC em 1981, e se destaca pelo seu desenvolvimento aos 6 anos de idade com até 40 kg de polpa por planta ano, os frutos variam de 3 a 10 kg, apresentam formato redondo a coniforme, polpa branca, firme, com sabor subácido a ácido e de aroma atrativo. É bastante tolerante ao ataque das brocas do fruto e do caule (LACERDA, 2010).

3.2 Uso da adubação orgânica e mineral

A utilização dos resíduos orgânicos de origem animal ou vegetal, exercerem melhorias às propriedades físicas do solo, contribuem também para o incremento do potencial de fertilidade, e para o aumento da produção microbiologia, edáfica e fornecendo em grande parte o nitrogênio que é fundamental as culturas (OLIVEIRA, 1996; CLEMENTINO, 1998; CAVALCANTE et al., 1999; AMARO FILHO et al., 2001). A matéria orgânica adicionada ao solo promove inúmeros processos microbiológicos capazes de promover a mineralização e liberação de nutrientes para as plantas, tais como desenvolvimento da estrutura e estabilidade dos agregados, o que vem a causar benefícios no crescimento e desenvolvimento das plantas (BENTO, 1997).

A gravioleira é uma planta que vegeta e produz frutos continuamente, o que a torna bastante exigente em nutrientes. Assim, pode-se observar vantagem no uso de adubo orgânico em relação à aplicação de fertilizantes minerais, como a liberação gradual dos nutrientes à medida que são demandados para o crescimento da planta. Se os nutrientes forem imediatamente disponibilizados no solo, como ocorre com os fertilizantes minerais, podem ser perdidos por volatilização, principalmente o nitrogênio, fixação, fósforo ou lixiviação, principalmente o potássio. Por outro lado, a mineralização de alguns materiais orgânicos pode ser excessivamente lenta, como ocorre com o bagaço de cana, de forma que os nutrientes não são disponibilizados em quantidade suficiente e o crescimento da planta é limitado por carência nutricional (SEVERINO et al., 2004).

São José (2003) relata que ao realizar adubação na gravioleira deve-se levar em conta a quantidade exportada pelos frutos, as quantidades contida nas folhas e nas demais partes da planta como raiz, tronco e ramos. Há que considerar também o aproveitamento de cada

nutriente, pois dentro de um programa de nutrição da gravioleira, o uso de adubos orgânicos é fundamental, assim tem-se observado que aplicações semestrais de adubos orgânicos, como por exemplo, 30 a 60 litros por planta de esterco de curral, têm surtido efeitos muito positivos na produtividade da cultura.

Mesmo aparentando rusticidade, as anonáceas extraem do solo grandes quantidades de elementos minerais, podendo variar pela espécie botânica e a fase de desenvolvimento. A gravioleira exporta quantidade expressivas de fósforo, cálcio e magnésio, quando comparadas a outras frutíferas (SÃO JOSÉ et al., 2014).

Para o cultivo de anonáceas, Pinto & Silva (1994) determinam faixa de pH entre 6,0 e 6,5 como ideal para o bom desenvolvimento da cultura, o que tende a melhorar a absorção de outros nutrientes presentes na solução do solo.

Dentre os elementos importantes, o nitrogênio afeta diretamente o desenvolvimento vegetativo das anonáceas, assim como o florescimento e a produção, sendo limitante ao seu crescimento. A qualidade dos frutos (tamanho, teor de ácidos e açúcares, teor de suco ou massa comestível, antioxidantes, etc.) também pode ser afetada pela presença, ausência ou mesmo deficiência ou desequilíbrio nutricional provocado pelo N (SÃO JOSÉ et al., 2014). Dentre os macronutrientes exportados pelos frutos temos $N > K > Ca > Mg > S > P$ como fundamentais para a gravioleira (SILVA et al., 1984).

Outro nutriente essencial é o fósforo, pois atua no metabolismo das plantas, desempenha papel na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É um componente estrutural dos ácidos nucléicos de cromossomos, e muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos. Assim, a disponibilidade limitada desse nutriente no início do ciclo vegetativo pode causar restrições no desenvolvimento da planta, a qual não se recupera posteriormente, mesmo suprimindo a níveis adequados (GRANT et al., 2001). No entanto, o fósforo deve estar disponível para as plantas desde os estágios iniciais de crescimento.

Numerosos fatores isolados, assim como as suas interações, interferem na disponibilização e na manutenção da disponibilidade do P dos fosfatos aplicados ao solo, nas respostas das plantas e, conseqüentemente, na eficiência da adubação (RESENDE, 2007).

Já o potássio é ativador de numerosas enzimas, quando deficiente causa distúrbios nas reações metabólicas de acumulação de compostos livres ou solúveis. Em anonáceas passa a ser fundamental na fase inicial do crescimento de plântulas até seu período de produção, além de estar presente na composição de enzimas e de outros fotoassimilados. Na floração e frutificação, deve estar disponível para a formação de frutos já que é exigido para a síntese de carboidratos e outros compostos. Sua deficiência associado ou não a desequilíbrio nutricional

com nitrogênio e cálcio, prejudica a produção de frutos de qualidade para consumo *in natura* ou para processamento (SÃO JOSÉ et al., 2014).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um pomar de gravioleiras na Fazenda Quaty III, distrito Santa Maria pertencente ao município de Areia, PB, no período de abril a outubro de 2014. O município está inserido na Mesorregião do Agreste Paraibano e Microrregião do Brejo Paraibano, nas coordenadas geográficas de 6° 57' 42" S e 35° 41' 43" W, a 618 m de altitude.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2013). A vegetação regional é classificada como floresta subperenifólia e o relevo é forte ondulado (BRASIL, 1972). Pela classificação de Köppen (1936), o clima é do tipo As' quente e úmido com chuvas de outono-inverno. A temperatura média anual é de 23° C e precipitação pluviométrica de 1400 mm anuais (GONDIM, 1999).

Foram selecionadas 56 plantas com 42 meses de idade e sem prévio manejo de adubação ou tratos culturais.

Antes da implantação do experimento, foi realizadas coleta e análise do solo para determinação das características químicas (Tabela 1) e físicas (Tabela 2), nas profundidades de 0 a 20 e de 21 a 40 cm.

Os tratos culturais constaram de podas de limpeza para retirada dos ramos doentes, quebrados e direcionados ao solo. Utilizou-se pasta bordalesa sobre as aberturas provocadas pela poda.

Foi aplicado calcário dolomítico para correção da acidez do solo na profundidade de 0 a 20 cm e o gesso agrícola na profundidade de 21 a 40 cm para neutralização do alumínio Al^{3+} .

Analizando os teores obtidos na análise de solo para as duas profundidades (Tabela 1), com base na tabela de interpretação dos componentes da fertilidade do solo do estado do Pernambuco (1998), podemos constatar que o pH encontra-se em elevada acidez, o fósforo e o potássio estão em níveis baixos, a acidez potencial apresentou-se em nível alto, o alumínio na camada de 0-20 cm apresentou-se em nível médio, já na camada de 20-40 cm em nível alto, o cálcio esteve em nível baixo e o magnésio na camada de 0-20 em nível alto e de 20-40 em nível médio, a matéria orgânica na camada de 0-20 cm apresenta-se em nível alto e na camada de 20-40 cm em nível médio.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados - DBC, com sete tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por duas plantas de gravioleira cultivar 'Morada', espaçadas em 5,0 x 5,0 m, totalizando 56 plantas.

Tabela 1. Propriedades químicas do solo da área experimental. Areia-PB, 2014

Profundidade (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	V	M	M.O.
		--mg/dm ³ --				-----cmol _c /dm ³ -----					-----%-----		--g/kg--
0-20	4,9	3,67	39,00	0,07	8,00	0,85	1,50	1,35	3,02	11,02	27,40	21,96	34,03
21-40	4,6	3,73	22,26	0,05	9,41	1,45	0,50	0,85	1,46	10,87	13,43	49,83	27,72

pH= potencial hidrogeniônico; P= fósforo; K= potássio; Na= sódio; H + Al=hidrogênio mais alumínio; Ca= cálcio; Mg= magnésio; SB= soma de bases; CTC= capacidade de troca catiônica; V= saturação por bases; m= saturação por alumínio e M.O.= matéria orgânica do solo.

Tabela 2. Propriedades físicas do solo da área experimental na camada de 0-20 e 21-40 cm. Areia-PB, 2014

	Areia	Areia	Silte	Argila
	Grossa 2-0,2	Fina 0,2-0,05	0,05-0,002	<0,002
Profundidade (cm)	--mm--	--mm--	--mm--	--mm--
	-----g/kg-----			
0-20	374	110	72	444
21-40	347	104	126	422

A primeira aplicação dos tratamentos aconteceu dois meses após a aplicação do calcário dolomítico e gesso agrícola, sendo as demais parcelas distribuídas com intervalos de 30 dias.

Tabela 3. Propriedades químicas do calcário dolomítico

CaO (%)	MgO (%)	Perda ao fogo (%)	SiO ₂ (%)	Umidade (%)	pH	Granulometria Mesh
32,33	19,27	46,32	0,86	0,10	9,90	200

CaO= óxido de cálcio; MgO= óxido de magnésio; SiO= óxido de silício; pH= potencial hidrogeniônico.

Tabela 4. Propriedades químicas do gesso agrícola

Ca (%)	Mg (%)	S (%)	Umidade (%)	Granulometria (peneira de 10)
17,07	1,14	18,04	3,08	95,03

Ca= cálcio; Mg= magnésio; S= enxofre.

Tabela 5. Teores de N, P, K e S nas diferentes fontes de adubo orgânico utilizado

Fontes Orgânicas	N	P	K	S
	-----g/kg-----			
Esterco de aves	7,88	15,77	8,37	3,22
Esterco caprino	12,78	15,23	23,53	3,37
Esterco bovino	7,35	1,5	4,57	1,15

N= nitrogênio; P= fósforo; K= potássio; S= enxofre.

Para composição dos tratamentos foram utilizadas adubação química a base de N, P e K, e diferentes fontes de adubações orgânicas (Tabela 5), considerando apenas o nitrogênio, ambos de acordo com análise do solo. Os tratamentos foram os seguintes:

Tabela 6. Distribuição dos tratamentos e teores de N, P e K presente em cada tratamento

Tratamentos	Fontes de adubação	Teores de N	Teores de P	Teores de K
1	Testemunha (sem adubação);	0	0	0
2	Fonte de nitrogênio = ureia, sendo 410 g planta/ano, parcelado em 3 vezes; Fósforo = supersimples, sendo 890 g planta/ano em única aplicação; Potássio = cloreto de potássio, sendo 345g planta/ano, parcelado em duas vezes;	184,5g	178g	207g
3	Esterco bovino - 106 kg planta/ano em duas aplicações;	79,94g	159,99g	84,91g
4	Esterco de aves - 10,145 kg planta/ano;	134,25g	159,99g	247,18g
5	Metade da adubação química + metade da adubação orgânica com esterco de caprino, sendo 205 g planta/ano de ureia parcelado em três vezes; 445 g planta/ano de supersimples em única aplicação; 173 g planta/ano de cloreto de potássio parcelado em duas vezes e 5,253 kg planta/ano de esterco caprino em única aplicação;	159,37g	168,99g	227,09g
6	Metade da recomendação do esterco de aves (5,703 kg) + 3 kg de pó de rocha planta/ano;	39,97g	79,99g	42,45g
7	Esterco caprino - 10,505 kg planta/ano	134,25g	159,99g	247,18

O estado nutricional das plantas foi avaliado através da coleta do terceiro par de folhas dos ramos medianos nas quatro extremidades da planta, os quais após a coleta foram lavadas

com água destilada e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingirem massa constante. Depois de secas, as folhas foram moídas e encaminhadas para análise de macronutrientes, seguindo metodologia de Tedesco (1995) para material vegetal.

No final do experimento foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm de cada tratamento para avaliação da fertilidade do solo tendo como base os parâmetros químicos pH, P, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H⁺ + Al, Al³⁺, matéria orgânica, conforme a metodologia proposta por EMBRAPA (1998).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Realizou-se também análise de componentes principais. Utilizou-se o software SAS 9.3 (SAS. 2011) para as análises.

A análise de componentes principais é uma técnica da estatística multivariada que consiste em transformar um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais. Os componentes principais apresentam propriedades importantes: cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, são independentes entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos da variação total contida nos dados. Esta análise é associada à ideia de redução de massa de dados, com menor perda possível da informação (VARELLA, 2008).

A técnica também pode ser utilizada para geração de índices e agrupamento de indivíduos, onde a análise agrupa os indivíduos de acordo com sua variação, isto é, os indivíduos são agrupados segundo suas variâncias, ou seja, segundo seu comportamento dentro da população, representado pela variação do conjunto de características que define o indivíduo (VARELLA, 2008).

5. RESULTADOS E DISCURSSÕES

5.1 Teores foliares de macronutrientes

5.1.1 Nitrogênio

Os teores de nitrogênio foliares encontrados variaram de 21,4 a 16,19 g/kg (Figura 1), sendo o primeiro valor citado apresentado nas plantas que receberam apenas adubação orgânica com esterco caprino. Os tratamentos que receberam adubação mineral, esterco bovino e esterco de aves, não diferiram significativamente os seus resultados. O tratamento que apresentou menor teor de nitrogênio foliar foi a testemunha com 16,9g/kg e que segundo autores, abaixo citados, não se enquadram como deficientes na planta. Todos os teores de nitrogênio das folhas encontrados estão na faixa de suficiência proposta por Avilán (1975) e Batista et al. (2003) os quais mencionam como adequados teores entre 17,6 e 14,7 g/kg e como deficientes teores entre 11,0 e de 8,8 g/kg. Para Andrade (2004) os teores de N devem variar de 17 a 28 g/kg.

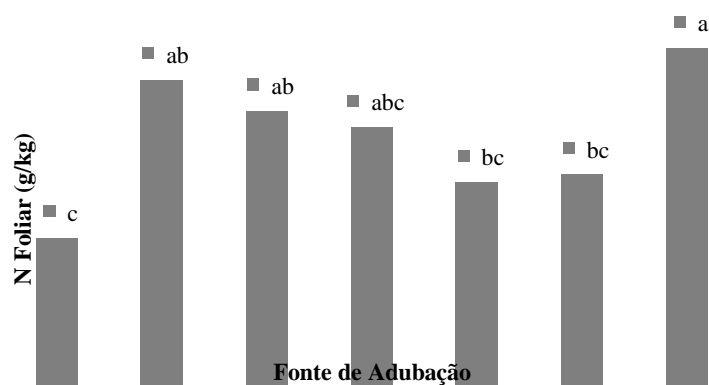


Figura 1. Teor foliar de N em *Annona muricata* L. submetidos a adubação com esterco (EB- Esterco bovino, EA- Esterco de aves, EC- Esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- Pó de Rocha) e sem adubação (T).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.1.2 Potássio

O maior teor de potássio foliar obtido foi no tratamento que continha apenas esterco bovino (Figura 1). Os menores teores foram observados no tratamento testemunha e no tratamento com apenas esterco caprino. Avilán (1975) e Oliveira (2004) consideram adequado teor de potássio foliar quando acima de 26 g/kg e como insuficientes abaixo de 12,6 g/kg. Haridasan (1987) considera suficiente quando acima de 6,4 g/kg e para Andrade (2004) este teor foliar deve estar entre 18 e 26 g/kg de potássio. Assim, nenhum dos teores obtidos estão abaixo da faixa de insuficiência determinada por estes autores.

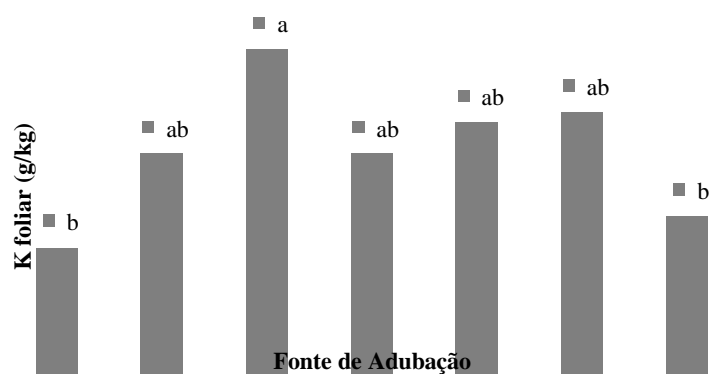


Figura 2. Teor foliar de K em *Annona muricata* L submetidos a adubação com esterco (EB- Esterco bovino, EA- Esterco de aves, EC- Esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- Pó de Rocha) e sem adubação (T).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.1.2 Fósforo

O tratamento com esterco bovino apresentou os maiores teores de fósforo entre os tratamentos aplicados. Estes teores estão abaixo dos resultados determinados por Frazão et al. (2002) com 0,92 a 0,47 g/kg de P, Viégas & Frazão (2004) 0,8 a 1,0 g/kg de P, que determinaram estes valores como adequados para nutrição de fósforo foliar. Plantas com deficiência em fósforo têm o seu crescimento retardado, devido afetar vários processos, como a síntese protéica e de ácidos nucléicos (MENGEL & KIRKBY, 1987). Na gravioleira, Avilán (1975) e Silva et al. (1986) observaram, com a omissão de fósforo, redução no porte da planta, em relação ao tratamento completo, com sintomas de deficiência inicialmente nas folhas inferiores, atingindo, em seguida, as folhas medianas e superiores.

A análise foliar é uma importante ferramenta para o bom desenvolvimento de um pacote nutricional; através dela, pode-se saber se determinado nutriente está sendo absorvido na quantidade necessária ou se está havendo deficiência dele em situações não diagnosticadas visualmente. Circunstâncias de antagonismo e sinergismo entre nutrientes são também detectadas (FILHO et al. 2006). As folhas são os órgãos que melhor refletem o estado nutricional das plantas, isto é, respondem mais às variações no suprimento dos elementos, seja pelos já existentes no solo ou pela adição de adubo (MALAVOLTA et al., 1989).

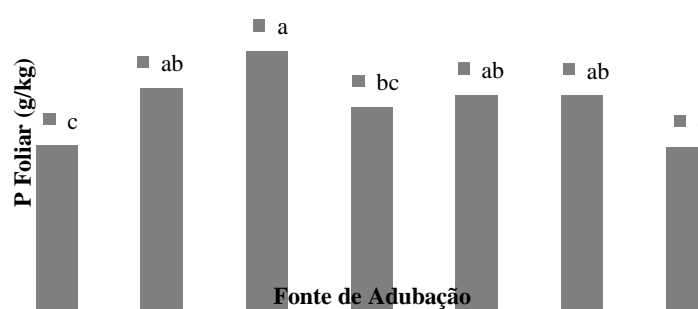


Figura 3. Teor foliar de P em *Annona muricata* L. submetidos a adubação com esterco (EB- Esterco bovino, EA- Esterco de aves, EC- Esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- Pó de Rocha) e sem adubação (T).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.2 Fertilidade do solo

5.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

A correção de solo influenciou positivamente para elevar o pH do solo, onde inicialmente era de 4,9 e passou a variar de 5,37 a 6,19, sendo este maior valor encontrado em tratamento com esterco de aves (Figura 2). A testemunha e o tratamento com adubação mineral apresentaram os menores valores de pH com 5,37 e 5,35, respectivamente. Para o cultivo de anonáceas em condições brasileiras, a faixa de pH entre 6,0 e 6,6 é a indicada por Pinto & Silva (1994), informações de Bonaventure (1999), indicam que o pH do solo deve estar entre 6,2 e 6,5 e, também, de Kavati e Piza Jr. (1997), indicam a faixa entre 6,5 e 7,5. Com base nas recomendações de pH adequado para o cultivo de anonáceas de Pinto & Silva (1994), Bonaventure (1999) e Kavati & Piza Jr. (1997), pode-se inferir que a calagem deva ser feita para elevar a saturação por bases da camada arável a 80%, e a concentração de magnésio no solo, a um mínimo de 9 mmolc/dm³.

É possível observar que, os solos que receberam adição de esterco apresentaram aumento do seu pH, este aumento pode estar relacionado com a elevação dos teores de matéria orgânica devido a sua capacidade em liberar ou receber íons de H⁺ presentes no solo (ALVES, 2012).

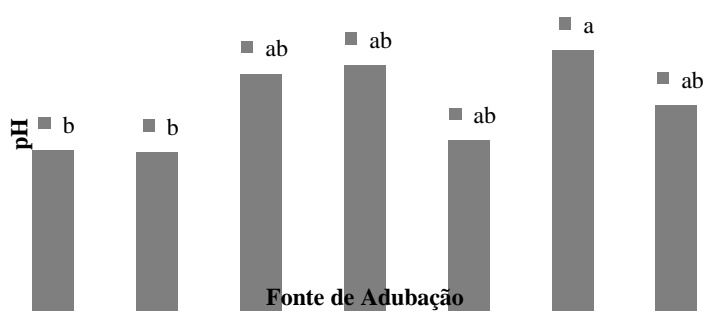


Figura 4. pH do solo cultivado com *Annona muricata* L. submetidos a adubação com esterco (EB- Esterco bovino, EA- Esterco de aves, EC- Esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- Pó de Rocha) e sem adubação (T).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

5.2.2 Fósforo

O esterco de aves juntamente com o pó de rocha, elevaram os teores de fósforo do solo, 119,10 e 113,45 mg/dm³, sendo este último apenas para o esterco de aves (Figura 2). Estes valores podem ter sido atribuídos devido a maior disponibilidade de fósforo observada na análise do esterco de aves (Tabela 5) em relação aos demais estercos e adubação mineral utilizada. Os menores teores de fósforo no solo foram observados no tratamento testemunha (4,8 mg/dm³), no tratamento com metade da adubação química e metade da dose de esterco de caprino (25,42 mg/dm³) e no tratamento que continha apenas esterco de caprino (27,94 mg/dm³). De modo geral, o conteúdo total de P aumenta, quando o manejo favorece o incremento de carbono orgânico ou a utilização de fertilizantes, e diminui em sistemas intensivos de cultivo com baixa reposição de fósforo. Sistemas de manejo que promovem adição de matéria orgânica ao solo também contribuem para o aumento de formas mais lábeis de P, com diminuição da absorção e consequentemente aumento da disponibilidade de P para as plantas (DAMODAR REDDY et al., 2000; ANDRADE et al., 2003).

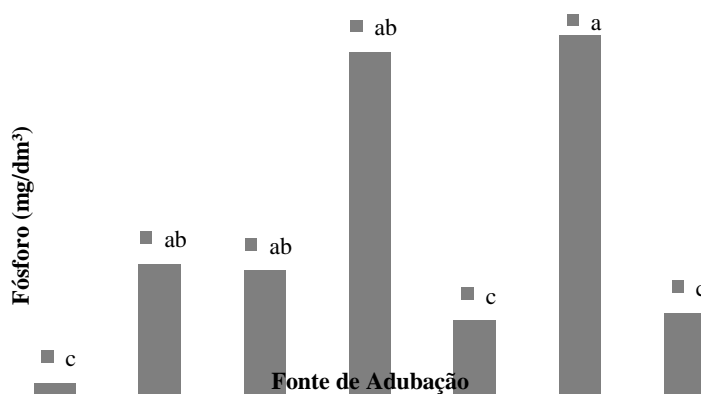


Figura 5. Teor de fósforo do solo cultivado com *Annona muricata* L. submetidos a adubação com esterco (EB- Esterco bovino, EA- Esterco de aves, EC- Esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- Pó de Rocha) e sem adubação (T).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

5.2.3 Potássio

O maior teor de potássio do solo foi observado no tratamento contendo esterco bovino, apresentando 278,10 mg/dm³, seguido do tratamento com adubação mineral 111,52 mg/dm³ (Figura 2). Na testemunha observou-se os menores valores de K, 41,94 mg/dm³, os demais tratamentos não diferiram, variando de 101,72 a 49,29mg/dm³. Alves (2012) relatou situação semelhante, em substratos que apresentavam as maiores doses de esterco houve aumento do teor de potássio do solo para as mudas de atemoieira. Cavalcanti (2008) determina que valores de 120 mg/dm³ são admitidos como adequado às plantas. O requerimento de K para o ótimo crescimento dos vegetais está aproximadamente entre 2 a 5% na matéria seca, variando em função da espécie e do órgão analisado. O seu transporte é bastante permeável nas membranas plasmáticas e isto o torna facilmente absorvido e transportado a longa distância pelo xilema e pelo floema, contribui também para a regulação osmótica da planta, além de atuar na ativação enzimática e no processo de absorção iônica (FAQUIN,2005).

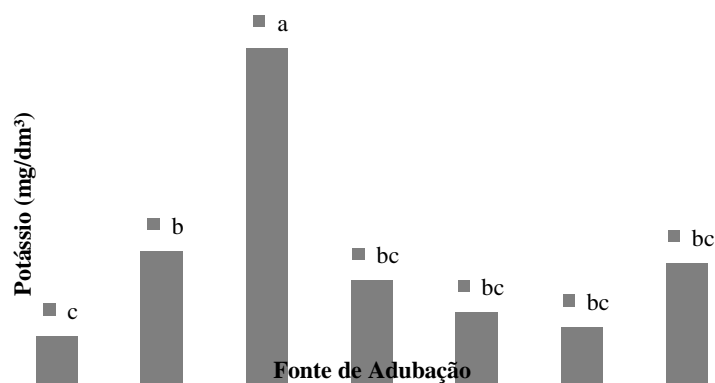


Figura 6. Teor de potássio do solo cultivado com *Annona muricata* L. submetidos a adubação com esterco (EB- Esterco bovino, EA- Esterco de aves, EC- Esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- Pó de Rocha) e sem adubação (T).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

5.2.4 Sódio

Os teores de sódio apresentaram variação de 0,08 a 0,05 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, os tratamentos com esterco bovino e esterco de aves, foram os que apresentaram os maiores teores no solo, 0,08 e 0,07 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ respectivamente (Figura 2). Mendes (2012) encontrou valor médio de 0,11 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de sódio, quando aplicado silício, cálcio e magnésio na primeira safra de atemoeira, superior ao relatado neste trabalho. A presença de elevadas quantidades de sódio no solo pode reduzir a absorção de nutrientes principais as plantas. Ferreira et al. (2001) trabalhando com plantas jovens de goiabeira, verifica redução na concentração de K nos tecidos das plantas como consequência do estresse salino. Essa menor absorção de K tem sido atribuída a maior competição entre o Na e o K pelos sítios de absorção ou a um maior efluxo de K das raízes (MARSCHNER, 1995).

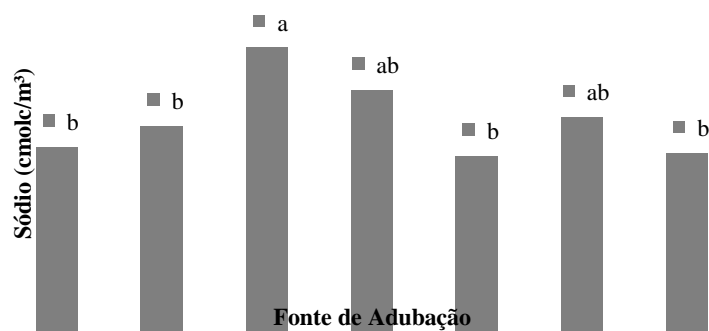


Figura 7. Teor de sódio do solo cultivado com *Annona muricata* L. submetidos a adubação com esterco (EB- Esterco bovino, EA- Esterco de aves, EC- Esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- Pó de Rocha) e sem adubação (T).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

5.2.5 Cálcio e magnésio

Com a aplicação do calcário dolomítico e gesso agrícola para diminuir os efeitos provocados pelo alumínio, houve o aumento das quantidades de cálcio e magnésio no solo (Figura 3). Os valores de cálcio nos tratamentos variaram de 2,51 a 3,84 cmol_c/dm³ sendo considerados teores de nível médio, já para o teor de magnésio, observaram-se valores de 1,65 a 2,75 cmol_c/dm³, considerados de nível alto segundo comparações com dados Comissão de Fertilidade do Solo de Pernambuco (1998).

São José et al. (2014) relatam a importância do cálcio para as anonáceas, pois este sendo componente da parede celular, faz parte de todos os tecidos da planta e é indispensável para o bom crescimento dos frutos, desde a fecundação até sua maturidade fisiológica, e quando ausente, pode acometer em rachaduras. É um elemento imóvel no tecido das plantas, sendo requerido para o alongamento e divisão celular o que vai ser refletido drasticamente no crescimento radicular, é fundamental para a germinação do grão de pólen e para o crescimento do tubo polínico (FAQUIN, 2005). O cálcio deve estar disponível no solo ao longo de todo o ano, pois qualquer crescimento vegetativo ou reprodutivo da planta exige a presença de cálcio para formação de suas paredes.

Faquin (2005) também afirma que o magnésio é o maior ativador enzimático no vegetal, além de participar de uma série de processos vitais que requerem e fornecem energia como a fotossíntese, respiração, absorção iônica e síntese de macromoléculas – carboidratos, lipídeos, proteínas.

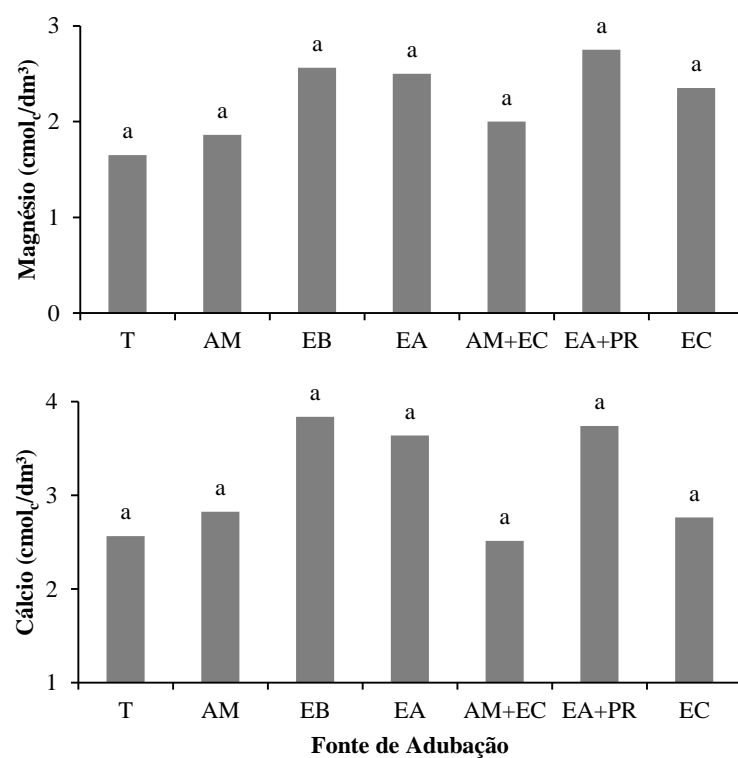


Figura 8. Teores de cálcio e magnésio do solo cultivado com *Annona muricata* L. adubados com esterco (EB- Esterco bovino, EA- Esterco de aves, EC- Esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- Pó de Rocha) e sem adubação (T).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

5.2.6 Alumínio trocável (Al^{3+}) e acidez potencial ($\text{H}+\text{Al}$)

Para as variáveis de alumínio e hidrogênio mais alumínio, observa-se que, a aplicação dos corretivos no solo foram benéficos, uma vez que neutralizaram o alumínio trocável, reduzindo de $0,85 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ inicialmente, a $0,45$ até $0,08 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ (Figura 4).

Os valores de $\text{H}+\text{Al}$ variaram de $9,09$ a $6,41 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, não diferindo estatisticamente em relação aos tratamentos. Este resultado se diferencia do observado por Costa et al. (2011), que em condições semelhantes, fez correção do solo inicialmente e depois aplicou esterco bovino, obtendo assim elevação do pH do solo e redução significativa do $\text{H}+\text{Al}$ em substrato contendo mudas de *Eucalyptus citriodora*.

Conceitualmente, a quantificação da acidez potencial do solo representa a quantidade de base necessária para neutralizá-la ou, em última análise, a necessidade de calcário do solo. Assim, é importante destacar que estequiometricamente um $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de acidez é neutralizado pelo mesmo valor em base (KAMINSKI et al., 2002).

Com a insolubilidade do alumínio, com a prática da calagem, é possível observar a neutralização dos seus efeitos tóxicos as plantas, aumentando o conteúdo do solo em cálcio, magnésio e até potássio. O cultivo com base na calcarificação quase sempre interfere positivamente sobre o aumento das bases trocáveis dos solos e, com efeito, na melhoria da fertilidade. Nesse sentido torna-se conveniente determinar a percentagem de saturação em cálcio, magnésio, potássio, hidrogênio, alumínio e inclusive de sódio se for o caso, antes da determinação da dosagem de calcário a ser incorporado ao solo (CAVALCANTE, 2000).

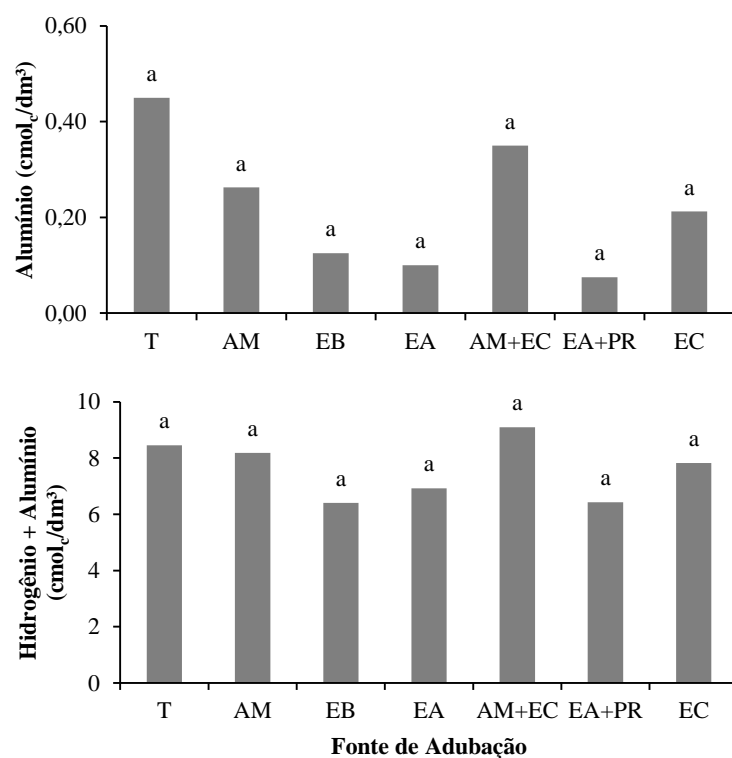


Figura 9. Teores de alumínio e hidrogênio mais alumínio do solo cultivado com *Annona muricata* L. e adubados com esterco (EB- Esterco bovino, EA- Esterco de aves, EC- Esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- Pó de Rocha) e sem adubação (T).
 *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

5.2.7 Matéria orgânica

O uso do esterco bovino elevou os teores de matéria orgânica do solo, estando representado por 39,34 g/kg, uma vez que o mesmo é um ótimo meio para cultura dos organismos aumentando a quantidade de bactérias do solo quando adicionado como fertilizante, apresenta ainda efeito regulador sobre o pH e neutraliza os efeitos do alumínio trocável do solo, aumentando os teores de P, K e Ca (Primavesi, 1990). Os adubos orgânicos são caracterizados pelos elevados teores de matéria orgânica, teores totais dos nutrientes, inclusive nitrogênio, teor de água e relação carbono/nitrogênio. Assim, adubações orgânicas normalmente resultam em elevação do nível de carbono no solo (Malavolta, 1981).

O carbono é o elemento presente em maior concentração na matéria orgânica do solo, geralmente 58%, e por isso tem um papel fundamental nas funções que a matéria orgânica exerce sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e, por conseguinte, sobre a qualidade do solo (DIECKOW et al. 2004).

A Figura 5 mostra que além do tratamento com esterco bovino, os outros tratamentos também compostos por esterco e adubação mineral, apresentaram valores dentro da faixa considerada alta de matéria orgânica no solo. Leite et al. (2003) relata que o uso de esterco combinado com adubação mineral tem sido uma estratégia de manejo importante para melhoria da qualidade do solo, promovendo elevação do teor de C, quando se adiciona esterco em doses relativamente elevadas ou por tempo prolongado.

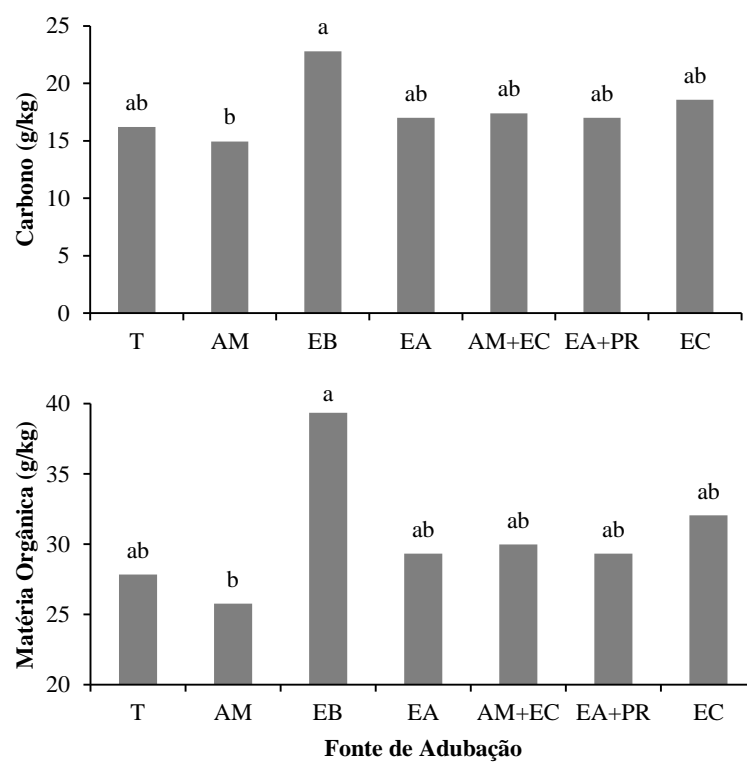


Figura 10. Teores de carbono e matéria orgânica do solo cultivados com *Annona muricata* L. adubados com esterco (EB- Esterco bovino, EA- Esterco de aves, EC- Esterco caprino), adubação mineral (AM-NPK, PR- Pó de Rocha) e sem adubação (T).
 *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

5.3. Análise de componentes principais

A Tabela 6 mostra os autovetores das variáveis nos dois primeiros componentes principais. Para o satisfatório entendimento das variabilidades entre os tratamentos foram necessários dois componentes principais (CP), com o primeiro eixo do CP explicando 63% e o segundo eixo 18,4% da variação dos dados.

Para o CP1, as principais variáveis que explicaram a variabilidade entre os tratamentos foram potássio (K), fósforo (P), pH, sódio (Na), cálcio mais magnésio (CaMg), cálcio (Ca), magnésio (Mg), carbono orgânico (C), matéria orgânica (MO), potássio foliar (Kf) e fósforo foliar (Pf). Para o CP2, as principais características foram o potássio (K), carbono orgânico (C) e matéria orgânica (MO). As variáveis nitrogênio (N), alumínio (Al) e hidrogênio mais alumínio (HAl) não estiveram compondo nenhum dos dois componentes por apresentar autovetores muito baixos. Assim, tais variáveis não se foram importantes para explicar a variabilidade dos tratamentos avaliados neste experimento.

Tabela 7. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de solo adubado com diferentes tipos de esterco, pó de rocha e adubação mineral. Areia-PB, 2014

Características	CP1	CP2
Nf	0,107	0,102
Kf	0,263	0,161
Pf	0,229	0,220
pH	0,295	-2457
P	0,210	-4677
K	0,224	0,438
Na	0,294	0,137
CaMg	0,329	-1136
Ca	0,320	-1354
Mg	0,301	-1874
Al	-0,3037	0,214
HAl	-0,3095	0,148
C	0,231	0,381
MO	0,232	0,380
λ	8,82	2,57
VA (%)	63	81,4

Nf = Nitrogênio foliar; Kf = Potássio foliar; Pf = Fósforo foliar; pH = Potencial Hidrogeniônico; P = Fósforo; K = Potássio; Na = Sódio; CaMg = Cálcio mais Magnésio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; HAl = Hidrogênio mais alumínio; CP = Componente Principal; λ = Autovetores da matriz de correlação. VA = Variância Acumulativa.

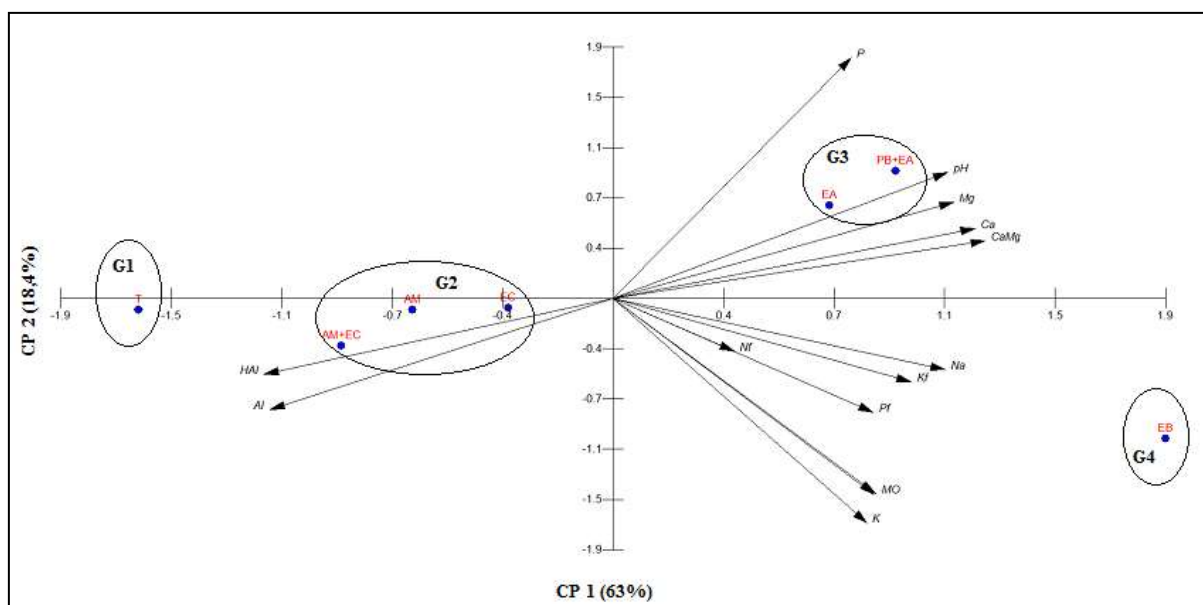


Figura 11. Dispersão dos tratamentos (T - Testemunha; AM - Adubação Mineral; AM+EC – Adubação Mineral mais Esterco Caprino; EA – Esterco de Aves; PR+EA – Pó de Rocha mais Esterco de Aves; EB – Esterco Bovino) com base nos escores de dois componentes principais: CP1 e CP2; G – Grupos. Areia-PB, 2014.

De acordo com os scores dos tratamentos, foram identificados quatro grupos. A testemunha (T1) compõe o primeiro grupo (G1), que apresentou os menores valores das variáveis benéficas à fertilidade do solo. O grupo dois (G2) foi composto pelos tratamentos adubação mineral (T2), adubação mineral mais esterco caprino (T5) e esterco caprino (T7), caracterizando-se pelos elevados teores de Al^{3+} e H+Al.

Os tratamentos com esterco de aves (T4) e esterco de aves + pó de rocha (T6) formam o grupo três (G3), com os maiores valores de pH, fósforo, magnésio, cálcio e cálcio mais magnésio. O grupo quatro (G4), formado pelo tratamento com esterco bovino (T3), apresenta os maiores teores de potássio foliar, fósforo foliar, sódio, potássio, carbono e matéria orgânica do solo e os menores valores de Al^{3+} e H+Al.

Pires et al. (2008) encontraram resultados semelhantes ao G2, onde a acidez potencial (H+Al) também evidenciou valores maiores no tratamento adubado com fertilizante mineral em relação a tratamentos que receberam adubos orgânicos. A diminuição dos valores de H+Al nos tratamentos que receberam adubos orgânicos é consequência do aumento do pH do solo. O mesmo autor ainda relata que apenas o tratamento com esterco bovino apresentou resultados satisfatório de potássio no solo, chegando a se equiparar com os tratamentos que

receberam adubação mineral, podendo assim ser comparado com os dados obtidos neste trabalho e visualizado no G4.

Semelhante ao comportamento do fósforo do solo observado no G3, Sherer & Nesi (2009) verificaram teores elevados de P disponível, cálcio e magnésio em solos sob cultivo em plantio direto e adubado com esterco de aves.

6. CONCLUSÃO

A adubação com esterco bovino apresenta-se como a mais indicada para a gravioleira ‘Morada’, pois influenciou positivamente o maior número de características a nutrição das plantas e da fertilidade do solo.

A adubação com esterco de aves e esterco de aves mais pó de rocha se sobressaiu em comparação à adubação mineral, promovendo melhores teores das características químicas do solo.

7. REFERÊNCIAS

- ALVES, A. de S. **Componentes e Fertilidade de Substratos na formação de Mudras de Atemoieira**. 2012. 107 p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.
- AMARO FILHO, J. et al. Efeito da matéria orgânica e humitec na cultura do melão e no solo. **Anais...** Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Areia. v. 23. p. 12-19. 2001.
- ANDRADE, B. B. de. **Recipientes e Fontes Orgânicas em Substrato na Produção de Mudras de Graviroleira**. 2013.48 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2013.
- ANDRADE, F. V.; MENDONÇA, E. S.; ALVAREZ V. H.; NOVAIS, R. F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em Latossolos e adsorção de fosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 27, p. 1003- 1011, 2003.
- ANDRADE, L. R. M. de. **Corretivos e fertilizantes para culturas perenes e semiperenes**. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 317-366.
- ARANGO, F. T. La guanábana (Annona muricata L.) **Revista Esso Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 5 -10, 1975
- AVILÁN, L. R. Efecto de la omisión de los macronutrientes en el desarrollo y composición química da la guanábana (Annona muricata L.) cultivada en soluciones nutritivas. **Agronomia Tropical**, Maracay, v.25, n.1, p.73 – 79, 1975.
- BANDEIRA, C. T.; LIMA, R. N.; BRAGA, R. S.; SOUZA, J. N.; BADU, F. O. O cultivo irrigado de graviroleira (Annona muricata L.) no litoral cearense. **Comunicado Técnico 88**, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza –CE, p.4, novembro, 2003.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/SUDENE, 1972. 669 p. (Boletim Técnico, 15).

BENTO, M. M. **Fontes de matéria orgânica na composição de substratos para a produção de mudas micorrizadas de maracujazeiro**. 1997. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – ESALQ, Piracicaba, 1997.

BATISTA, M. M. F.; VIEGÁS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, R. C. L. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*, L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p. 315-318, 2003.

BICAS, J. L.; MOLINA, G.; DIONÍSIO, A. P.; BARROS, F. F. C.; WAGNER, R.; MARÓSTICA Jr, M. R.; & PASTORE, G. M. Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1843-1855, 2011.

BONAVENTURE, L. **A cultura da cherimóia e de seu híbrido a atemóia**. São Paulo: Nobel, 1999. 182p.

CALZAVARA, B. B. G.; MÜLLER, C. H. Fruticultura tropical: a graviola (*Annona muricata* L.). Belém: EMBRAPA - CPATU, 1987, 36 p. (Documento 47).

CAVALCANTE, L. F. et al. Monitoramento da umidade do solo sobre o cultivo do maracujazeiro em sacos plástico com duas fontes de matéria orgânica. **Anais...** Curso de pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Areia, v. 21, p. 64-75. 1999.

CAVALCANTI, F. J. A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado do Pernambuco (2ª aproximação)**. 3. ed. Recife: Instituto Agrônomo do Pernambuco-IPA, 2008. 212 p.

CAVALCANTE, L. F. Sais e seus problemas nos solos irrigados. Areia-PB. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. 2000.71p.

CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal, Madison**, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.

CLEMENTINO, R. H. **Efeito residual da matéria orgânica e adubação mineral na produção comercial de cenoura**. 1998. 53 f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 1998.

CORREA, M. P. **Dicionário de plantas úteis no Brasil e das exóticas cultivadas**. Ministério da Agricultura – IBDF, 1984.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO DE PERNAMBUCO - CEFS/PE. **Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife, IPA, 1998.

COSTA, F.G.; VALERT, S. V.; CRUZ, M. C. P. da; GONZALES, J. L. S. Esterco bovino para o desenvolvimento inicial de plantas provenientes de quatro matrizes de *Corymbia citriodora*. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 161-169, jun. 2011.

DAMODAR REDDY, D.; SUBBA RAO, A. & RUPA, T.R. **Effects of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yields and soil organic phosphorus in a Vertisol**. *Biores. Technol.*, n. 75, p. 113-118, 2000.

DIECKOW, J.; BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. **Sistemas conservacionistas de preparo do solo e implicações no ciclo do carbono**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004. 17p. – (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Documentos; n. 12).

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 3ª ed., 2013, 353 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Análise química para avaliação da fertilidade do solo**. Rio de Janeiro, 1998. 40p. (Embrapa-CNPS. Documentos,3).

ESCOBAR, W. E.; SÁNCHEZ, L. A. **Fruticultura Colombiana: Guanábano**. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario. 1992. 100 p. (Manual de Assistência Técnica, n57).

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de Plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005.p.: il. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a distância: Solos e Meio Ambiente.

FILHO, R. S. F. de H.; SOUSA, V. F. de; AZEVEDO, B. M.; ALCANTARA, R. M. C. M.; RIBEIRO, V. Q.; ELOI, W. M. Efeitos da fertirrigação de N e K₂O na absorção de

macronutrientes pela gravioleira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 10, n.1, p. 43-49, 2006.

FERREIRA, R.G., TÁVORA, F.J.A.F.; FERREYRAHERNANDEZ, F.F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.79-88, 2001.

FRAZÃO, D. A. C.; VIÉGAS, I. de J. M.; BATISTA, M. M. F.; CRUZ, E. de S.; SILVA, J. F. da. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S, em gravioleiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de macronutrientes. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002, Belém. **Anais...** Belém: S.B.F, 2002. CD Rom.

KAMINSKI, J., GATIBONI, L. C., RHEINHEIMER, D. S., MARTINS, J. R., SANTOS, E. J. S., TISSOT, C. A. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 1107-1113, 2002.

KAVATI, R.; PIZA JR, C. de T. **Formação e manejo do pomar de fruta-do-conde, atemóia e cherimóia**. In: SÃO JOSÉ, A. R.; VILAS BOAS, I.; MARAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. (Ed.). Anonáceas: produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimóia). Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1997. p.75-83.

GRANT, C. A.; PLATEN, D. N.; TOMAZIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.95, 2001.

GONDIM, A. W. de A. **Goeconomia e agricultura do brejo paraibano: análise e avaliação**. João Pessoa: UFPB, 1999.

HARIDASAN, M. **Distribution and mineral nutrition of aluminium accumulating species in different plant communities of the cerrado region of central Brazil**. Brasília: UNB, 1987.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução a Taxonomia Vegetal**. 13ª ed. –[S.1]: Nacional, 2002, p. 13.

LACERDA, J. S. de. **Crescimento e estado nutricional de gravioleira ‘morada’ em função da adubação nitrogenada mineral e orgânica**. 2010. 42 p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 821-832, 2003.

LIMA, M. A. C. D.; ALVES, R. E.; FIGUEIRAS, H. A. C. Mudanças relacionadas ao amaciamento de graviola durante a maturação pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.41, n.12, p.1707-1713, dez. 2006.

MAAS, P. J. M. et al. Annonaceae from central-eastern Brazil. **Rodriguésia**, v.52, n. 80, p.65-98, 2001.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1981.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989, 201p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern, Intern. Potash Institute, 1987. 687p.

MENDES, H. T. A. **Silicato de cálcio e magnésio na produção e nutrição mineral de atemoeira ‘Gefner’**. 2012. 92 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais. 2012.

OLIVEIRA, F. K. D. de. **Adubação do Maracujazeiro amarelo (*passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em condições naturais de umidade do solo**. 1996. 67 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 1996.

OLIVEIRA, S. A. de. Análise foliar. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília: **Embrapa Informação Tecnologia**, 2004. p.245-282.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo**: Agricultura em regiões tropicais. 9ª ed. São Paulo: Nobel. 1990, p.142-154.

PINTO, A. C. Q. **Taxonomy and botany**. In: PINTO, A. C. Q.; CORDEIRO, M. C. R.; ANDRADE, S. R. M.; ET AL. (Org.) *Annona species*. Internacional Centre of Underutilised Crops, University of Southampton, UK, 3-27 p. 2005.

PINTO, A. C. de Q.; SILVA, E. M. **Graviola para exportação, aspectos técnicos da produção**. Brasília: Embrapa, 1994

PIRES, A. A., MONNERAT, P. H., MARCIANO, C. R., PINHO, L. D. R., ZAMPIROLI, P. D., ROSA, R. C. C., & MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 1997-2005, 2008.

RESENDE, A. V. de.; FURTINI NETO, A. E. **Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos do Cerrado**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2007. 32 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 195)

SÃO JOSÉ, A. R. **Cultivo e mercado da graviola**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 36 p.

SÃO JOSÉ, A. R.; PRADO, N. B.; BONFIM, M. P.; REBOUÇAS, T. N. H.; MENDES, H. T. A. Marcha de absorção de nutrientes em anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 36, edição especial, e., p. 176-183, fev 2014.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N. Características químicas de um latossolo sob diferentes sistemas de preparo e adubação orgânica. **Bragantia**. v. 68, n. 3, p. 715-721, 2009.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. D. M., LUCENA, A. D.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, p. 650-655, 2004.

SILVA, H.; SILVA, A. Q. da.; CAVALCANTE, L. F.; MALAVOLTA, E. Composição mineral das folhas de algumas fruteiras do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7. Florianópolis, 1983. **Anais...** SBF/EMPASC, 1984, v. 1, p.320-325.

SILVA, A.V.C.; MUNIZ, E.N.; RANGEL, J.H.A.; YAGUIU, P.; SOUZA, J.P.B.; CARNELOSSI, M.A.G. Quality of custard apple (*Annona squamosa* L.) in relation to packaging and storage period. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.934, p. 707-712, 2012.

SILVA, A.Q. da.; SILVA, H.; ROQUE, M. L. & MALAVOLTA, E. Nutrição Mineral da Graviola (*Annona muricata* L). I. Sintomas de carência nutricionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8. Brasília, DF, 1986. **Anais...** Brasília, SBF, 1896. n., v. 2, p. 297-303.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

VARELLA, C. A. A. Análise Multivariada Aplicada as Ciências Agrárias. Disponível em: <www.ufrj.br/institutos/it/geng/varella/Downloads/multivariada%20aplicada%20as%20ciencias%20agrarias/Aulas/analise%20de%20decomponetes%20principais.pdf>. Acesso em: 22 nov 2014.

VILASBOAS, F. S. **Polinização e Proteção de Frutos de Graviola no Estado da Bahia**. 2012. 62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Vitória da Conquista - BA: UESB, 2012.

VIÉGAS, I. de J. M.; FRAZÃO, D. A. C. **Graviola**: nutrição, calagem e adubação. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2004. 6p. (Circular Técnica, 36).